

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-210581  
(43)Date of publication of application : 02.08.1994

(51)Int.Cl.

B25J 13/02  
B25J 1/00  
B25J 13/08  
// G01L 5/00

(21)Application number : 05-007196  
(22)Date of filing : 20.01.1993

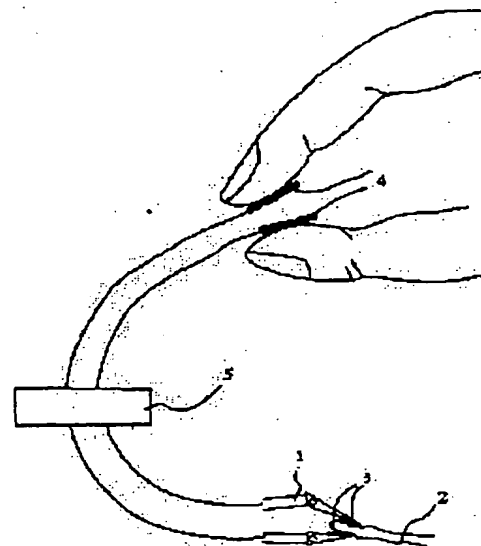
(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD  
(72)Inventor : ASANO TAKEO  
NISHIMURA HISASHI  
SEKIGUCHI SHURI

## (54) MANIPULATING DEVICE

### (57)Abstract

PURPOSE: To provide a precise and easily handlable manipulating device having an enhanced function which can obtain the sense of touch that can give such a feeling that it seems as if the operator actually manipulate an object with his own hand.

CONSTITUTION: A signal processing means 5 connected to a detecting means 3 for detecting a contact condition to an object 2 so as to deliver a signal indicating the contact condition, for data for converting the detected contact condition into data for the sense of touch, and delivering the data, is connected to a touch sense transmitting means 4 for delivering a degree of hardness and surface roughness, and the like of the object 2 making contact with the detecting means, in accordance with the processed signal.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.12.1999  
[Date of sending the examiner's decision of rejection] 19.12.2001  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C), 1998,2003 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-210581

(43)公開日 平成 6 年(1994) 8 月 2 日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 5 J	13/02			
	1/00	8611-3F		
	13/08	Z		
// G 0 1 L	5/00	1 0 1 Z 8505-2F		

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平5-7196

(22)出願日 平成 5 年(1993) 1 月 20 日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社  
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号

(72)発明者 浅野 武夫

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 西村 久

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 関口 修利

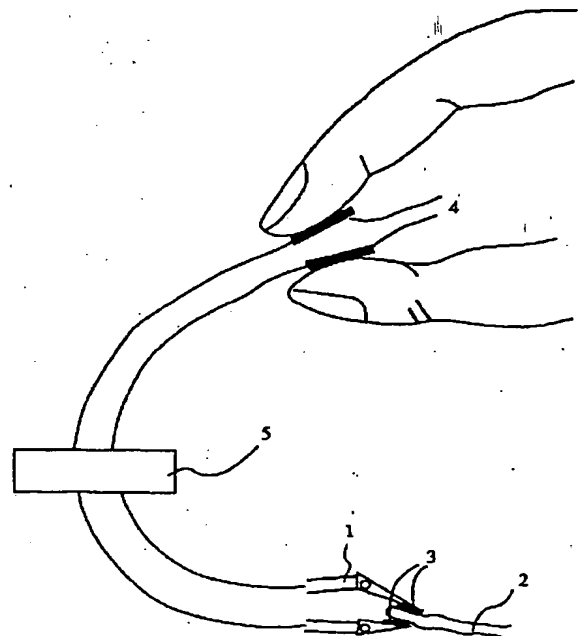
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(54)【発明の名称】 操作装置

(57)【要約】

【目的】本発明は、操作者が自分の手によってあたかも実際に対象を操作しているような感覚を、触覚を得ることによって与え、現状で問題となっている操作の乖離感を無くして装置の機能向上と、より正確で操作性の良い装置を提供することを目的とする。

【構成】対象物 2 との接触状態を検出してその接触状態信号を出力する検出手段 3 に接続され、その検出手段 3 により検出した接触状態の情報を触覚情報に変換して出力する信号処理手段 5 が、その処理された信号により検出手段が接触した対象物 2 の硬さや表面粗さ等を出力する触覚伝達手段 4 に接続されているものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】対象物との接触状態を検出してその接触状態信号を出力する検出手段と、その検出手段により検出した接触状態に基づき対象物の触覚情報に変換して出力する信号処理手段と、その信号処理手段により出力された信号に応じて触覚情報を伝達する触覚伝達手段とを備えることを特徴とする操作装置。

【請求項2】対象物との接触状態を検出しその接触状態信号を出力する検出手段を所定位置に備え、その対象物に対して直接作業を行う動作部と、

信号に応じて触覚情報を操作者に伝達する触覚伝達手段を所定位置に備え、その操作者が操作を行う操作部と、動作部に備えた検出手段の対象物との接触状態信号に基づき対象物の触覚情報に変換して出力する信号処理手段を備え、その処理された前記信号により触覚伝達手段を制御すると共に操作部の動きに応じて動作部を制御する制御部とを備えることを特徴とする操作装置。

【請求項3】前記信号処理手段は、検出手段により検出した接触状態に基づき、その対象物の触覚情報を人間の触覚の時間応答限界以上の周波数に変換して出力することを特徴とする請求項1又は2の信号処理手段。

【請求項4】前記触覚伝達手段は、人間の触覚の時間応答限界以上の周波数で駆動する駆動部がマトリックス状に配置されたことを特徴とする請求項1又は2の触覚伝達手段。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、直接触れることができない対象物を操作する場合に、その対象物の触覚情報を人間の触覚器官に伝達する操作装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】直接触れることができない微細対象物や極限環境にて作業を行なう装置であって、操作者が操作を行なう操作部と、それによってマニピュレータ等が対象物に対して直接作業を行なう動作部の2つの部分に大きく分類され、その対象物を間接的に取り扱う操作装置として例えば以下のようなものが存在する。

【0003】図13は顕微鏡に設置して用いられるマイクロマニピュレータを示す図で、図13(A)は全体を示す図であり、図13(B)は部分拡大図である。当該顕微鏡は、顕微鏡本体101に操作対象物102を支持するビベット103及び、その対象物に対して作業を行うマニピュレータ104とが操作可能に取り付けられている。顕微鏡本体には、前記ビベット103及びマニピュレータ104をそれぞれ手で操作するためのジョイスティック105が取り付けられている。

【0004】そして、対象物102を顕微鏡で観察しながらビベット103及びマニピュレータ104とをジョイスティック105を操作することにより、対象物の把持等の作業を行う。

【0005】また、図14はロボットのマニピュレータシステムを示す図である。実際に作業動作を行う動作部は、センサを備えた複数の関節111及び処置部112を有するスレイブアーム113とからなり、スレイブアーム113と1対1の相似な動きをするよう操作者が動きを与えるための操作部は、スレイブアーム113の構成に対比して、センサを備えた複数の関節114及び処置部115を有するマスタアーム116と、動作を直接伝えるようにマスタアーム116に操作者の腕を固定する固定部材117を有する。そして、スレイブアームとマスタアームとの両者の動きを制御する各種の処理を行う信号処理回路を含む制御系118が接続されている。

【0006】操作者がマスタアームに腕を固定し、任意に操作することによりその動作状態がセンサの情報を制御し対応するスレイブアーム113を駆動する。そして、操作者の動作をマスタアーム116を介してスレイブアーム113で再現し、また、スレイブアーム113が受ける外力をマスタアーム116を介して操作者が直接力として受ける。

【0007】上記のような一連のマニピュレータシステムは、ロボットのマニピュレータシステムを始めとして現在数多く発表されている。これらのロボットの操作性を向上する手法として、バイラテラル制御やインピーダンス制御等が開発されている。

【0008】図15は医療用の処置具である把持鉗子を示す図であり、図15(A)は全体を示す図であり、図15(B)は先端部を拡大した図である。この把持鉗子121は、トラカール等を介して体腔内に挿入される挿入部122と、この挿入部122の先端に設けられた鉗子部123及び挿入部122の基端部に設けられた操作部124とから構成されている。

【0009】前記鉗子部123は回動自在に支持された一対の鉗子部材126a、126bを有し、また、操作部124は鉗子部材126a、126bを開閉操作するための挿入部の基端部に固定された固定操作ハンドル127aと、回動自在に取り付けられた可動操作ハンドル127bとで形成されている。

【0010】したがって、可動操作ハンドル127bを回動操作することにより、図示していない挿入部内部の操作軸が前後方にスライドし、図示していないリンク機構を介して鉗子部材126a、126bが開閉するように駆動される。

## 【0011】

【発明が解決しようとする課題】ところで上述したような従来の装置においては、以下のような問題点が存在する。

【0012】まず、図13の従来例において動作部が試料に正確に接触しているか否かの情報は、動作部の動作は3次元であるにも関わらず、顕微鏡の観察画像は2次元的で、奥行き方向の情報は像のピント情報でしか得ら

れないために、観察画像からでは動作部がどのような状況で対象物に接触しているか等の判断には相当な技術が要求され、熟練者しか使用できないような状況が現実には存在する。更に、医療やバイオ分野等の研究対象は細胞から細胞内物質へと、微細なものへと変化してきている。これにより対象物の観察及び操作部位はますます微小化する傾向にあり、これに伴ってマニピュレータの操作も、より高度で正確な操作が要求されるようになってきた。

【0013】また、図14のロボットマニピュレータに関しては、これらは対象物の把持時に抵抗感が増加することにより、把持を認識するもので、対象物の硬さや柔らかさ等の情報をマスタに表現するといったような通常の人間が物体を把持する場合に得る状況を再現しようとするものではないため、対象物の搬送等のおおまかな動作時にはこのレベルの感覚表示で十分であるが、精密で微細な動作や判断が要求されるマイクロマニピュレータ等においては、抵抗感の表示による操作性向上や把持対象の正確な認識を望むには不十分である。

【0014】さらに、図15に示した鉗子を用いて操作を行なうものでも、その機構上微妙な操作感が得られないため熟練した術者においても、腹腔鏡の観察像を見ながら鉗子のレバー開度と組織の剥離状況を確認するという非常に慎重で正確な操作が要求され、誰にでもできる手術ではないのが現状である。

【0015】また鉗子だけではなく体腔内に挿入して観察治療を行う内視鏡の操作においても、鉗子の操作と似たような問題があると考えられる。すなわち、先端部から観察される画像情報と上記の挿入抵抗のみを頼りに挿入操作を行っている現在の内視鏡では、内視鏡の外壁が患者の器官内壁を圧迫して生じる苦痛を予測しながら内視鏡を操作挿入することは現状困難である。また、どの程度の圧迫を与えると患者は苦痛を感じるのかという圧迫のレベルと、患者の感じる苦痛との相関も、現状の内視鏡の装置構成では操作情報として術者が入手することは不可能である。

【0016】このように上述のような従来の操作装置は操作時に対象物、あるいは組織に動作部のマニピュレータがどのような状況で接触しているのか、あるいは、対象物をどれくらいの力量で把持しているのかという、接触もしくは把持状態を認識すること、及び対象物の表面粗さや表面温度等の各種の接触情報は得ることはできなかった。つまり、従来例においては、対象物に対する接触状態や把持状態、対象物の表面粗さや表面温度等の各種の触覚情報を操作者にフィードバックすることは行われておらず、そのため、人間の触覚に基づく微妙かつ正確な操作を行うことは不可能であった。

【0017】従って本発明は、操作者が自分の手によってあたかも実際に対象を操作しているような感覚を操作者に触覚として伝達することにより、現状で問題となっ

ている操作の乖離感を無くして装置の機能向上と、より正確で操作性の良い装置を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の操作装置は、対象物との接触状態を検出しその接触状態信号を出力する検出手段と、その検出手段により検出した接触状態に基づき対象物の触覚情報に変換して出力する信号処理手段と、その信号処理手段により出力された信号に応じて触覚情報を伝達する触覚伝達手段とを備えたものである。

【0019】また、本発明の操作装置は、対象物との接触状態を検出しその接触状態信号を出力する検出手段を所定位置に備え、その対象物に対して直接作業を行う動作部と、信号に応じて触覚情報を操作者に伝達する触覚伝達手段を所定位置に備え、その操作者が操作を行う操作部と、動作部に備えた検出手段の対象物との接触状態信号に基づき対象物の触覚情報に変換して出力する信号処理手段を備え、その処理された前記信号により触覚伝達手段を制御すると共に操作部の動きに応じて動作部を制御する制御手段とを備えたものである。

【0020】

【作用】そしてこのような構成により、検出手段が対象物に接触した場合、その対象物との接触状態を検出してその接触状態信号を出力し、接触状態信号を信号処理手段によって接触状態に基づく対象物の硬さ、表面粗さや表面温度等の各種の触覚情報に変換する信号処理を行う。そして、触覚伝達手段が信号処理手段によって処理された信号に応じて触覚情報を操作者に伝達して、対象物と接触した場合の硬さや表面粗さ等の接触状態を操作者に知覚させる。

【0021】また、操作者が操作部を操作すると、制御装置を介して動作部が対象物に対して作業を行い、その動作部の所定位置に備えられた検出手段が対象物との接触状態を検出しその接触状態信号を出力する。そして、その信号を対象物の硬さ、表面粗さや表面温度等の各種の触覚情報に変換し、操作部の所定位置に備えられた触覚伝達手段を制御することにより触覚情報を操作者に伝達して、対象物と接触した場合の硬さや表面粗さ等の接触状態を操作者に知覚させる。

【0022】

【実施例】以下、実施例に基づき本発明を詳細に説明する。なお、以下の各実施例の説明においては、対象物の固さに関する触覚情報を扱うものとする。図1は本発明の実施例の概略を示す図である。対象物2を把持するためのスレイブマニピュレータ1の先端であり対象物2を把持する部分には、電気機械的に信号を発生するように構成された検出手段の一例であるトランスデューサ3が取り付けられている。そして、そのトランスデューサ3からの信号を操作者の指先に接触圧力として伝達するための触覚伝達手段4が、信号処理手段5を介してトラン

5. スデュサ3に接続されている。

【0023】このような構成の装置において、操作者が不図示の操作手段を操作することによってスレイブマニピュレータ1で対象物2を把持する。この時、マニピュレータ1の先端部に設けられたトランスデューサ3は、操作者の対象物2に対して接触する。そのため操作手段を操作することにより、スレイブマニピュレータ1が対象物に対して懸けた応力に応じて、そのセンシング部であるトランスデューサ3が電気機械的に信号を発生するように構成されているために触覚信号を発生させる。この触覚信号は信号処理手段5によって、触覚伝達手段4の駆動用信号に変換され、その触覚伝達手段4に伝送されることによって、対象物2を把持した状態の圧力を操作者の指先に伝える。その圧力は、人間の触覚の時間応答限界を超えるトランスデューサ3からの入力に対応した周波数で触覚伝達手段4を振動させることによって与える。これは人間の触覚に関する時間応答限界は200 Hz程度と考えられており、また人間は、時間応答限界を超える周波数で振動するものに対して剛性感、つまり硬さや柔らかさ等を感じると考えられているためである。

【0024】図2は上記信号処理手段5の処理の流れを示すものである。この信号処理は動作部に設けた検出手段の出力信号の種類によって構成がかわるものである。例えば、図2は信号が交流電圧で出力される場合であるが、検出手段として設けたトランスデューサ3によって検出された対象物の接触状態に応じて、電気機械的に発生した信号をインピーダンス変換回路6でインピーダンスマッチングし、交流直流変換器7を経て、V-F変換器8に投入し、さらに増幅器9、インピーダンス変換回路10を介して出力するように構成され、触覚伝達手段4を駆動するための信号を発生させる。

【0025】このような処理では、信号によってそれぞれの指に接触している触覚伝達手段4が、あたかもその指が対象物と接しているかのような圧迫感を与える。また、押し込みに対する反発力も押し込みの抵抗感の変化として伝達する。そのため操作者はこの伝達された結果を指先で認識し、判断することで対象との接触状況を知覚し、操作の乖離感を無くして装置の機能向上と、より正確で操作性の良いものを可能としたものである。

【0026】図3は、信号処理の概略を示した操作装置全体の信号の流れを説明する図である。ここで、検出手段11については静電容量の変化を利用した静電容量型センサを用い、触覚伝達手段12には交流電源による振動を利用したボイスコイルをマトリクス状に並べたものを使用する。

【0027】検出手段11にはX方向及びY方向デコーダ13a、13bが接続され、さらにX方向デコーダ13aにはセンスアンプ14、インタフェース15、A-D変換器16が順に接続されている。またA-D変換器

16に接続されたメモリ17には、X方向及びY方向デコーダ13a、13bに接続されたアクセス信号発信手段18が接続されている。

【0028】そして、メモリ17に格納されたデータによって触覚伝達手段を駆動するようメモリ17は触覚伝達手段12に接続されたX方向及びY方向デコーダ19a、19bとD-A変換器20とに接続されている。さらにD-A変換器20は圧力-V変換器21、アンプ22、V-F変換器23及びX方向デコーダ19aに接続された駆動アンプ24に順に接続されている。

【0029】従って、アクセス信号発信器18により発生されたアクセス信号によって検出を行う場所を指定すると、各デコーダ13a、13bを介して検出手段11からの圧力の情報が得られる。この圧力の情報はセンスアンプ14、インタフェース15、A-D変換器16を経てデジタル信号となってアクセス信号発信器18からの場所データと共にメモリ17に格納される。そしてこのメモリ17に格納されたデータから触覚伝達手段12を以下のようにして駆動する。

【0030】デジタル信号化された圧力の情報はD-A変換器20で再度アナログ信号である電圧に戻される。次に、アンプ22を経た後この電圧はV-F変換器23によって更に周波数に変換される。ここで、メモリに格納されていた場所データが指定する位置に、周波数を駆動アンプ24によって入力することでボイスコイルを振動させる。このような手順で検出手段11の各センサの検出結果からそれぞれ対応する位置のボイスコイルに駆動を与えていくことにより各ボイスコイルは独立に制御する。

【0031】次に本発明を利用した具体的な実施例について説明する。

【0032】図4は、本発明の操作装置を内視鏡に使用する場合の実施例を示す図であり、図4(A)は内視鏡挿入部を示す図であり、図4(B)は内視鏡操作部を示す図である。内視鏡31の挿入部の外周面上に一定の距離をおいて円周上に検出手段32を複数張り付ける。また、内視鏡操作部33には触覚伝達手段34が設けてある。ここで触覚伝達手段34は、図示していないが後述するように複数の駆動部がマトリクス状に配置され、各検出手段32に対応した位置が決められており、検出手段である触覚センサ32と触覚伝達手段34とが信号処理手段によって接続されている。

【0033】内視鏡を図のように器官内に挿入する場合、内視鏡胴部が器官内の側壁を強く圧迫することになる。このような時、内視鏡31の胴部に設けられた検出手段32の器官内壁の屈折部分に該当する検出手段32がその圧力を検出して情報を不図示の信号処理手段に送る。そして、信号処理手段を経た接触状態の信号は、内視鏡操作部33に設けられた触覚伝達手段34の該当部分を介して操作者に内視鏡の器官内壁に対する押圧情報

を伝達する。

【0034】従って、本発明を内視鏡に応用することにより、操作者は触覚による情報を得ることが可能となり、従来は視覚に頼っていた内視鏡の挿入作業が、対象物への接触圧力が詳細に知覚できるため操作性が飛躍的に向上した。そのため、図に示した状態で操作者が無理に内視鏡を挿入し、器官内壁を圧迫して患者を苦しめるようなことなく、器官内壁に当たる圧力を適切な力により調節することができるようになった。

【0035】図5は、本発明の触覚伝達装置をマスタスレイブシステムに使用する場合の実施例を示す図であり、図5(A)はマスタ側を示す図であり、図5(B)はスレイブ側を示す図である。操作者の操作を伝達する腕及び指の各関節にセンサが取り付けられているマスタマニピュレータ41には、対象物の把持に対する操作を伝達する部分に触覚伝達手段42が設けられている。これに対し、やはり腕及び指に対応する部分の各関節にセンサが取り付けられているスレイブマニピュレータ43には、先端の指に対応する把持部分に検出手段44が設けられている。そして、図示していない制御部を介してマスタマニピュレータ41とスレイブマニピュレータ43が接続されている。

【0036】そこで操作者はマスタマニピュレータ41に腕を固定して、その腕を動かしてマスタマニピュレータ41を同時に動作させる。この時、マスタマニピュレータ41の腕及び指の各関節にはセンサが取り付けられているため、マニピュレータ41の動作に伴って制御部がスレイブマニピュレータ43の各関節に設けられたアクチュエータを駆動させることにより操作者の動作を再現する。

【0037】そして、スレイブマニピュレータ41の把持部が対象物を把持すると、スレイブマニピュレータ41の先端部に取り付けられた検出手段44が、その対象物の硬さ表面粗さ等を検出して接触状態信号を出力し、制御部がその対象物に対する接触状態信号を触覚情報に変換された信号によって、マスタマニピュレータ41の把持部に取り付けた触覚伝達手段42を制御する。

【0038】これにより操作者は自分の手によってあたかも対象物を操作しているような感覚を得ることによって、より正確で操作性の良い操作を行うことができる。

【0039】図6は上述した実施例に使用する本発明に係る触覚伝達手段の一実施例を示す図である。これは台座51上に駆動部52をマトリクス状に複数個配置したものである。そして個々の駆動部52を独立に制御し、その各駆動部52の振動から得られる様々な圧力により、対象の硬いあるいは柔らかい等といった性質を表現する。

【0040】なお、この触覚伝達手段は一例として図7に示すように指先への伝達としての利用するものがあり、その大きさは例えば駆動部が6×8個のマトリク

ス状のもので10mm×15mm×3mm程度である。また、実際に対象物を検出して操作者にその情報を伝達する触覚伝達手段の表現状態を図8に示す。この図では三角形が操作者に伝達されることになる。

【0041】次にこのような触覚伝達手段の駆動部について詳細に説明する。

【0042】図9はボイスコイルを触覚伝達手段に利用した一実施例を示す図である。台座61上に中心をN極、周りをS極とした円型の磁石62のN極とS極の間に、触覚伝達部64を上部に備えた円形のコイル63によりなっている。

【0043】このようなボイスコイルは交流電流を磁気回路を介して機械的な振動に変換する装置であるため、コイル63に与える電流を触覚の応答限界を超える周波数にすると、その振動は圧力として皮膚が知覚する。従って、高周波の交流電流を与えたボイスコイルは触覚伝達手段としての利用が可能である。

【0044】また、このようなボイスコイルを複数連結することにより、各ボイスコイルを独立して制御すれば、横方向の振動成分を生じさせることができる。

【0045】図10は、上記ボイスコイルの代替として皮膚触覚に刺激を与える装置にPZTを用いるものである。台座71上にPZT72を配置し、その上に触覚伝達部73を設けることによって構成する。PZTはその大きさからマイクロアクチュエータとして注目されており、ボイスコイルを用いたものに比較して微小化が期待できるという特徴を持つもので、具体的にはφ1mm×2mm程度の大きさのものとする。

【0046】PZT72は与えられた電位に応じて変形する性質を持つため、この変形を上下方向に伸縮するように設置して、触覚伝達部73を上下方向に変位させ皮膚に刺激を与えるようにする。また、上記ボイスコイルと同様に、高い周波数、即ち人間の振動に対する知覚の時間応答限界を超える周波数でPZT72に電位の変化を与えて振動させ、触覚伝達部73を介して圧力を皮膚に知覚させることにより、固さに関する触覚情報が伝達されることになる。

【0047】図11はボイスコイルに直流電流を流して皮膚に触覚を与えるものを示す。台座81上に永久磁石或は電磁石等の磁石82が設置されている。この磁石82に囲まれ、磁石82が発生している様な磁界と鎖交する形でコイル83が設けられている。そして、コイル83の下部に可動範囲を制限するストッパ84と、上部に触覚伝達部85と一体に設けられている。

【0048】ここで、ストッパ84を上記の位置に配するとしているが、可動範囲を制限するという目的さえ満たしていればどのような位置に取り付けても差し支えない。また、コイル83、ストッパ84、触覚伝達部85の質量は微小なものであり、その質量は電流によってコイル83に生じる力と比較して無視できる程度のもので

ある。

【0049】このコイル83に直流電流を与えると、その電流に比例する力がコイル83に上下方向に生じる。コイル83に力が生じることで、触覚伝達部85は上下のいずれかに移動し、ストッパ84によってある位置で停止する。このことから、触覚伝達部は上に突出している状態と、下に引っ込んでいる状態とが表現できる。そこで、突出している状態においては、電流の大きさを変えることで、圧力が表現できる。例えば、電流を大きく与えてコイル83の上向きの力を大きくすれば触覚伝達部85に触れた皮膚は硬さを感じることで、逆にコイル83に与える電流が小さい場合には上向きの力は小さくなり触覚伝達部85に触れた皮膚は柔らかさを感じるようになる。

【0050】なお、この場合も複数のボイスコイルを利用すれば、触覚の方向性が表現できることは言うまでもない。また、可動部として示されたコイルを固定し、逆に磁石を可動部として使用することも可能であり、この場合は、制御すべき部分となるコイルを台座に直接設置しているため、微小化が重要である本手段においては有

利な方法である。  
【0051】次に図12は、触覚伝達装置としての利用を考えてきた上記ボイスコイルを接触手段である検知手段として応用した一実施例を示す図である。台座91上に永久磁石あるいは電磁石等の磁石92が設置されている。この磁石92に囲まれ、磁石92が発生している一様な磁界と鎖交する形でコイル93が設けられている。そしてコイル93は上部に触覚センシング部94が一体に設けられ、下部には一方を磁石92に固定したコイルばね95と連結されている。

【0052】なお、弾性力を発するものとしてここではコイルばねを採用しているが、コイルばね以外のもの、例えば板ばね等を用いることも当然可能である。

【0053】このような構成において以下のように動作する。初期状態において、コイル93及び触覚センシング部94は磁界中のコイル93に与えられている適当な直流電流によって発生される力とコイルばね95から生じる弾性力との平衡によって、ある位置に留まっている。そして本検出手段が何らかの対象に衝突すると、触覚センシング部94は動き始める。その際、触覚センシング部94は対象に対してコイルばね95が縮んだ結果、変化する弾性力と電流による初期状態からの差が力としてかかっていることになる。この力は簡単な関数として表すことができる。

【0054】触覚センシング部94に固定されているコイル93も同様な動きを呈する。そこで磁石92から生じる一様な磁界の中をコイル93が移動すると逆起電力が発生し、この逆起電力の大きさはコイル93の移動速度に比例するという事はフレミングの法則より明らかである。従って、逆起電力を計測することによって、コ

イル93及び触覚センシング部94の速度が計算できる。触覚とは、対象に対してかけられている力とその力によって移動する際の位置あるいは速度の時間に関する値がわかれば規定できるとされている。そのためこの速度のデータを時間毎に処理し、更に計算で求められる触覚センシング部94と対象との間にかかっていた力との関係を考慮することにより、触覚を計測することができる。

【0055】なお、本発明は上述した各実施例に限定されるものではない。上述の実施例では触覚情報として対象物の固さを想定して説明したが、例えば対象物の表面粗さ（滑らかさ、滑り感）や表面温度（温感）等の人間の触覚できる各種の情報を扱うことができる。

【0056】表面温度を扱う例としては、検出手段としてトランスデューサと共に温度センサを設け、また、触覚伝達手段として気体、液体等の流体を用いるものとし、温度センサの情報に基づき流体温度を制御することにより、温度情報を含めた触覚情報を操作者に伝達することが可能となる。その他、本発明の要旨の範囲内で種々の変更が可能である。

【0057】

【発明の効果】上述したように本発明によれば、検出した接触状態に基づき対象物の接触情報に変換して出力し、操作者に触覚情報をフィードバックして伝達することにより、操作者が自分の手によってあたかも実際に対象を操作しているような感覚を得ることができ、操作の乖離感を無くして装置の機能向上と、より正確で操作性の良い操作を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の概略を示す図である。

【図2】本発明に係る信号処理手段の処理の流れを示す図である。

【図3】本発明の操作装置の信号処理の概略を示した図である。

【図4】本発明の操作装置を内視鏡に使用する場合の実施例を示す図である。

【図5】本発明の操作装置をマスタスレイブシステムに使用する場合の実施例を示す図である。

【図6】本発明の触覚伝達手段に係る実施例を示す図である。

【図7】本発明の触覚伝達手段に係る実施例を示す図である。

【図8】本発明の触覚伝達手段に係る実施例を示す図である。

【図9】本発明の触覚伝達手段の駆動部に係る一実施例を示す図である。

【図10】本発明の触覚伝達手段の駆動部に係る他の実施例を示す図である。

【図11】本発明の触覚伝達手段の駆動部に係るさらに他の実施例を示す図である。



【図12】本発明の検出手段に係る実施例を示す図である。

【図13】顕微鏡に関する従来技術を示す図である。

【図14】ロボットのマニピュレータに関する従来技術を示す図である。

【図15】把持鉗子に関する従来技術を示す図である。

【符号の説明】

- 1 マニピュレータ
- 2 対象物
- 3 トランスデューサ
- 4 触覚伝達手段

\* 5 信号処理手段

31 内視鏡

32 検出手段

33 内視鏡操作部

34 触覚伝達手段

51 台座

52 駆動部

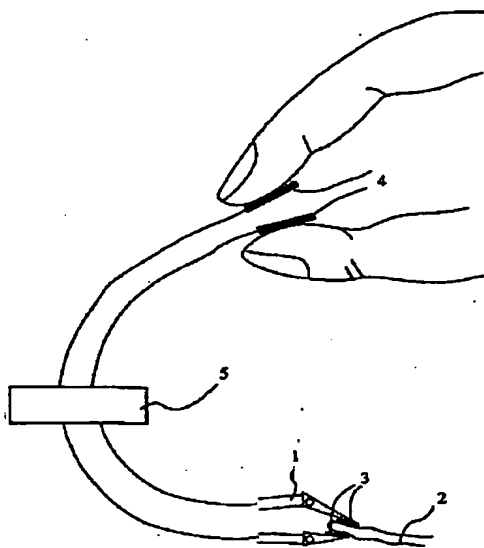
62 磁石

63 コイル

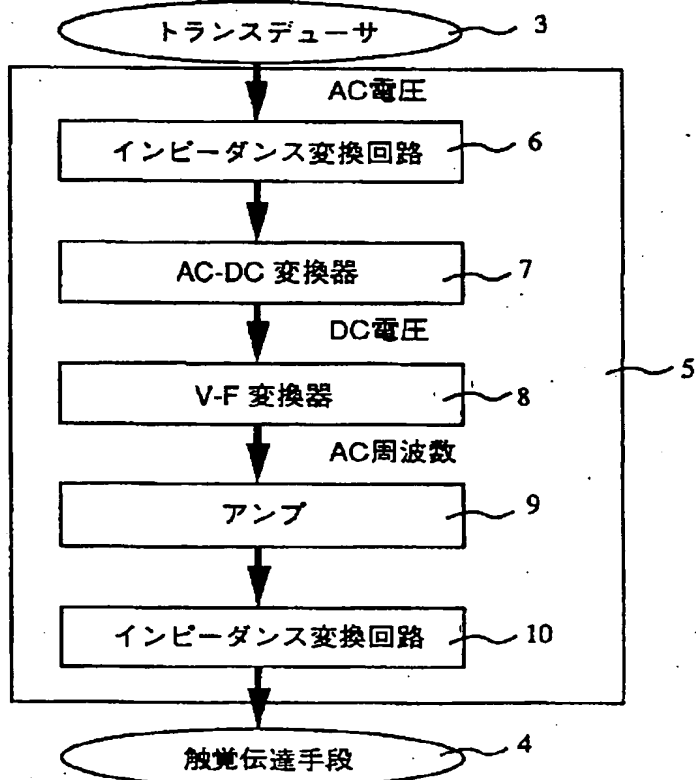
10 64 触覚伝達部

\* 72 PZT

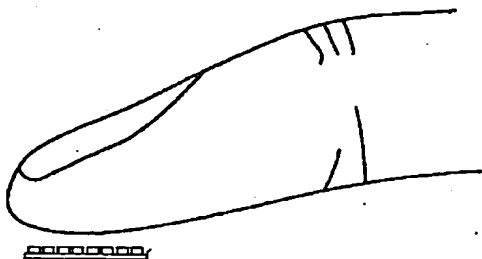
【図1】



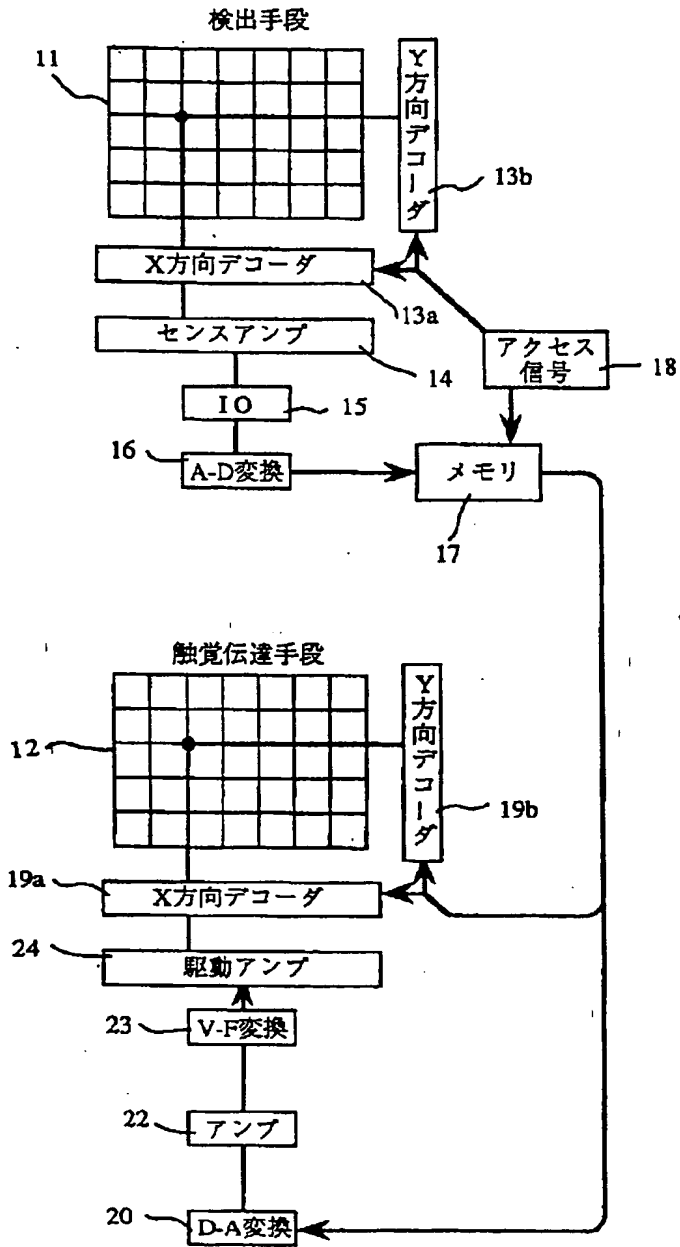
【図2】



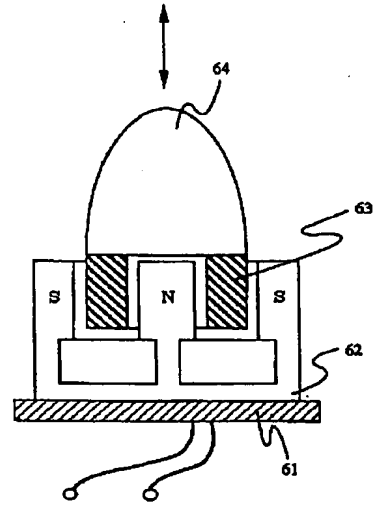
【図7】



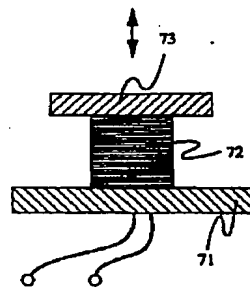
【図3】



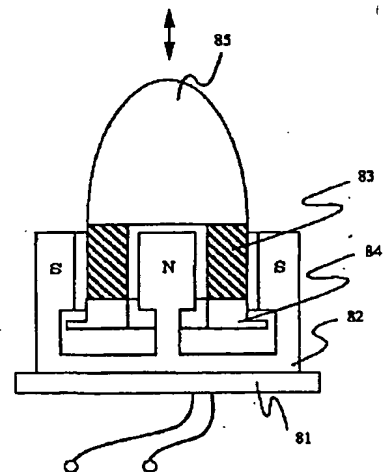
【図9】



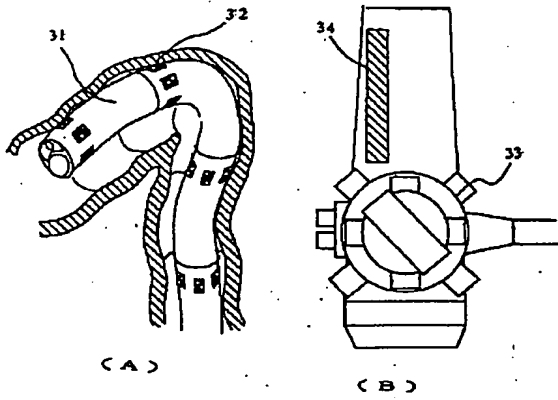
【図10】



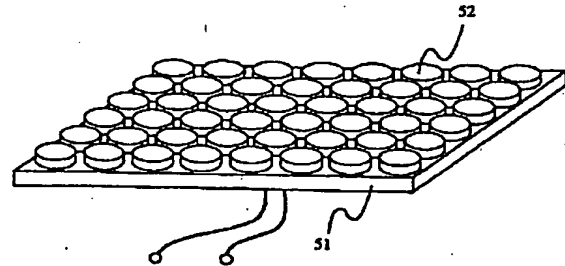
【図11】



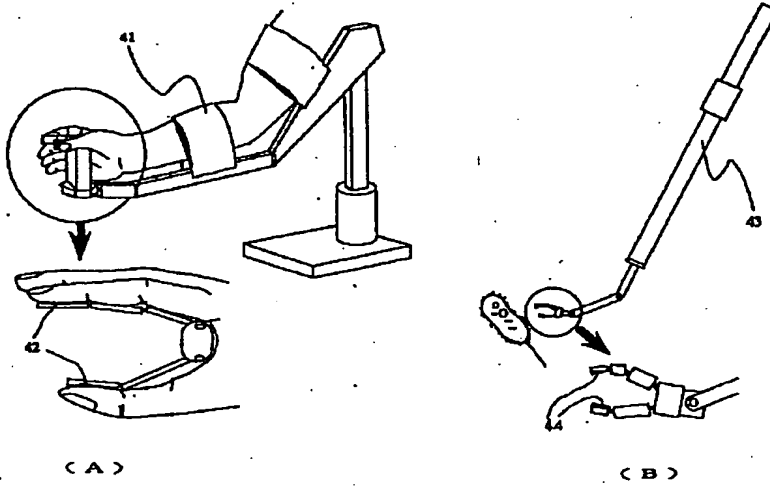
【図4】



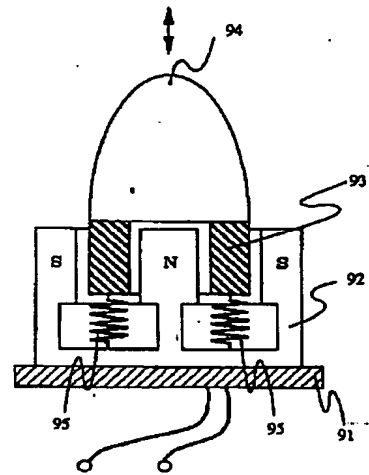
【図6】



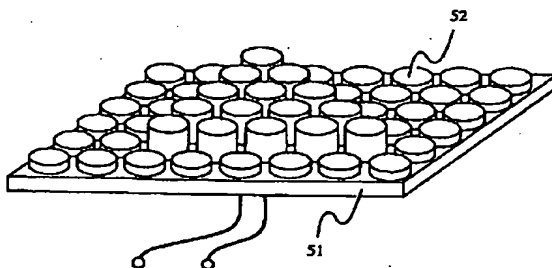
【図5】



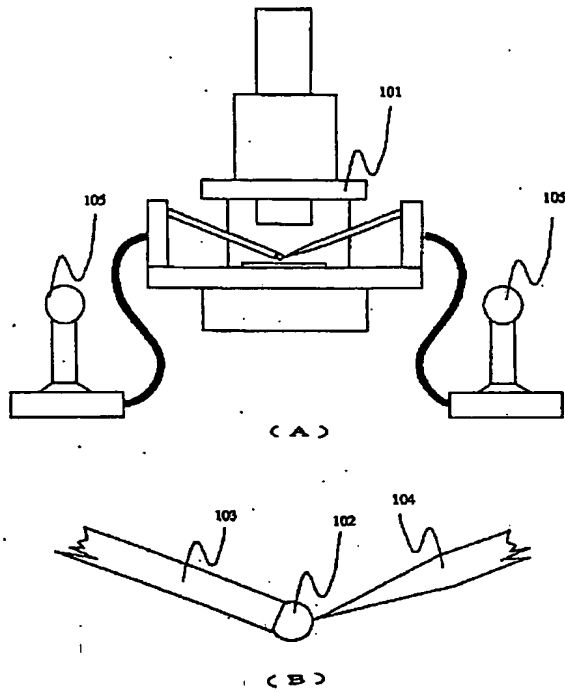
【図12】



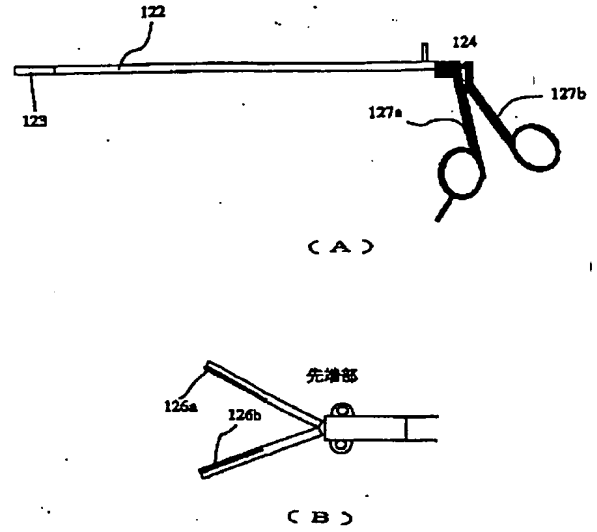
【図8】



【図13】



【図15】



【図14】

